

Sistem Deteksi Penyakit pada Ikan Air Tawar Menggunakan Algoritma Sobel, LoG, dan Canny

Fijaya Dwi Bima Sakti Putra¹

¹Sistem Informasi, Universitas Bahauddin Mudhary
Madura, Indonesia

¹fijaya.cisco@gmail.com (Corresponding author)

Disubmit: 07-05-25; diterima: 01-08-25; dipublikasikan: 11-08-25

Cara mengutip:

F. D. B. S. Putra, et.al., 2025, "Sistem Deteksi Penyakit pada Ikan Air Tawar Menggunakan Algoritma Sobel, LoG, dan Canny", *JuTI "Jurnal Teknologi Informasi"*, Vol. 4, No. 1, pp.1 – 11, DOI: 10.26798/juti.v4i1.1941

Ringkasan

Di Indonesia, budidaya ikan air tawar memegang peranan penting dalam industri akuakultur, dengan spesies seperti nila, lele, dan ikan mas banyak dibudidayakan. Salah satu indikator utama kualitas ikan adalah kesehatannya, dan penyakit seperti Cotton Wool Disease (CWD) dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang serius. CWD merupakan penyakit yang disebabkan oleh Saprolegniasis dan ditandai dengan kerusakan permukaan kulit ikan. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti mengembangkan sistem deteksi penyakit ikan air tawar berbasis analisis citra digital. Algoritma ini melibatkan beberapa tahap: pengambilan citra, identifikasi Region of Interest (ROI), konversi citra ke dalam skala keabuan, dan analisis citra. Teknik deteksi tepi Sobel, LoG, dan Canny digunakan untuk menyoroti area yang terinfeksi gejala penyakit. Hasil penelitian menunjukkan dengan nilai nilai MSE sebesar 19938.85, PSNR sebesar 5.13, dan SSIM sebesar 0.550 algoritma Canny lebih efisien dan efektif untuk memantau kesehatan ikan dan mengurangi kerugian dalam sektor akuakultur.

Kata kunci: Deteksi Penyakit Ikan Air Tawar, Deteksi Tepi Sobel, Deteksi tepi LoG, Deteksi Tepi Canny, Citra Digital

Abstract

In Indonesia, freshwater fish farming plays a vital role in the aquaculture industry, with species such as tilapia, catfish, and carp widely cultivated. One of the main indicators of fish quality is their health, and diseases like Cotton Wool Disease (CWD) can lead to significant economic losses. CWD is a disease caused by oomycetes and is characterized by damage to the fish's skin surface. To address this issue, researchers have developed a freshwater fish disease detection system based on digital image analysis. This algorithm involves several stages: image acquisition, identification of the Region of Interest (ROI), conversion to grayscale, and image analysis. Sobel, LoG, and Canny edge detection techniques are applied to highlight areas showing signs of infection. The results of the study indicate that the Canny algorithm, with MSE value of 19938.85, a PSNR of 5.13, and an SSIM of 0.550, performs better for monitoring fish health and minimizing losses in the aquaculture sector.

KeyWords: Freshwater Fish Disease Detection, Sobel Edge Detection, LoG Edge Detection, Canny Edge Detection, Digital Image processing

1. Pendahuluan

Keanekaragaman hayati yang tinggi di Indonesia memiliki lebih dari 7,000 spesies ikan dengan 2,000 spesies diantaranya merupakan ikan air tawar[1]. Sebanyak 40 spesies ikan air tawar telah dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi[2] dan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh. Proses budidaya ikan dari pembibitan hingga panen menempuh jangka waktu yang lama.

Faktor kegagalan yang sering terjadi dalam budidaya ikan air tawar adalah ketika ikan yang dibudidayakan terjangkit penyakit, yang dapat memengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen. *Cotton Wool Disease* (CWD) merupakan penyakit yang sering ditemui oleh pembudidaya ikan air tawar di Indonesia[3], menyerang organ dalam seperti insang, bisa menular dengan cepat dan menyebabkan kematian. Ciri-ciri ikan yang terinfeksi adalah pada tubuh ikan mengalami perubahan warna tubuh, muncul bercak dan bintik[4], terdapat luka lecet pada tubuh secara mendadak dan terus bertambah, tubuhnya seperti dilapisi bintik putih yang lama kelamaan menjadi lapisan putih, gerakan renang melambat, dan dalam kondisi lebih parah, ikan akan mengambang seperti mati. Pertumbuhan seperti kapas berwarna putih atau keputihan terlihat pada ekor, sirip, dan sekitar mulut ikan yang terinfeksi. Seiring perkembangan penyakit, pertumbuhan seperti kapas pada permukaan kulit dan insang menjadi gejala klinis paling menonjol. Pada tahap lanjut, terjadi pertumbuhan jamur yang luas disertai dengan munculnya gumpalan padat di seluruh tubuh ikan. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Saprolegniasis* yang berkembang biak di suhu dingin, dipicu oleh lumut air (*oomycetes*) yang disebabkan juga oleh sisa pakan kotor di kolam, dan kebersihan air yang kurang[5].

Untuk mengurangi kerugian ekonomi dan menjaga kesehatan ikan, deteksi dan penanganan penyakit ikan air tawar yang tepat sangat penting. Penyakit ikan air tawar biasanya dideteksi secara manual oleh pembudidaya. Metode konvensional ini memerlukan banyak tenaga, waktu, dan pengetahuan khusus, dan seringkali tidak efisien untuk kuantitas yang banyak. Selain itu, deteksi manual rentan terhadap kesalahan karena bersifat subjektif dan bergantung pada pengalaman individu[6]. Pemrosesan digital sebagai salah satu produk dari pesatnya perkembangan pada teknologi yang memudahkan kehidupan manusia[7] dan menciptakan berbagai macam layanan[8], tepat untuk dijadikan solusi dalam permasalahan deteksi penyakit pada ikan menggunakan teknik deteksi tepi yang memiliki banyak algoritma. Teknologi yang digunakan tentunya harus sesuai tujuan dari aplikasi[9] atau sistem. Sehingga hasil dari klasifikasi penyakit ikan mendapatkan keakuratan yang baik[10], dan ikan yang terjangkit bisa ditangani dengan cepat.

Algoritma deteksi tepi seperti Sobel, LoG, dan Canny memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing[11]. Efektivitas penggunaan algoritma Sobel umum digunakan pada teknik deteksi tepi meskipun memiliki keterbatasan dalam mendeteksi tepi yang halus. Algoritma LoG memiliki keterbatasan menghasilkan banyak noise pada citra dengan kontras rendah. Algoritma Canny mampu menghasilkan deteksi tepi yang lebih halus dan bersih dibandingkan Sobel dan LoG, metode ini memiliki kekurangan dalam hal sensitivitas terhadap pemilihan parameter ambang (*threshold*).

Pembaruan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan metode Sobel, *Laplacian of Gaussian* (LoG), dan Canny dalam proses deteksi tepi pada citra. Pemilihan ketiga metode ini didasarkan pada karakteristik dan kekuatan masing-masing algoritma dalam mengekstraksi fitur tepi dari citra digital.

Metode Sobel digunakan karena kesederhanaannya dan kemampuannya dalam menghitung gradien intensitas secara cepat pada arah horizontal dan vertikal. Sobel efektif untuk mendeteksi tepi kasar dan memberikan hasil awal yang berguna untuk tahap awal ekstraksi fitur.

Metode LoG (*Laplacian of Gaussian*) dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi tepi dengan mempertimbangkan perubahan kurvatur melalui pendekatan deteksi titik nol (*zero-crossing*) setelah dilakukan proses smoothing dengan filter Gaussian. LoG membantu mengurangi noise dan meningkatkan ketelitian deteksi tepi, terutama untuk citra dengan tekstur halus.

Metode Canny, yang dikenal sebagai salah satu algoritma deteksi tepi paling optimal, digunakan sebagai pendekatan lanjutan karena mampu menghasilkan hasil deteksi yang lebih bersih dan presisi. Canny mengintegrasikan proses smoothing, gradien, *non-maximum suppression*, dan *hysteresis thresholding*, sehingga menghasilkan tepi yang tipis dan berkesinambungan.

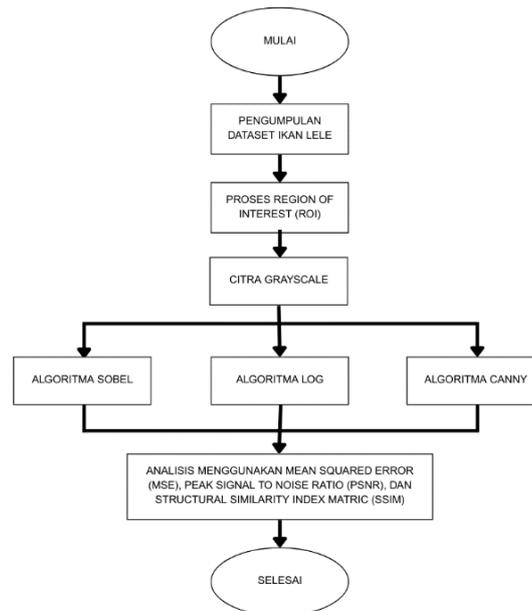
Dengan menggabungkan ketiga metode ini, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil deteksi tepi yang lebih akurat dan komprehensif, mengatasi kekurangan masing-masing metode jika digunakan secara terpisah. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas segmentasi dan akurasi dalam sistem deteksi citra.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kemampuan algoritma deteksi tepi Sobel, LoG, dan Canny dalam mengetahui nilai pada setiap piksel citra ikan air tawar saat mengidentifikasi detail halus pada tubuh

ikan yang terinfeksi penyakit *Cotton Wool Disease* (CWD) yang ditandai dengan bercak putih.

2. Metode Penelitian

Deteksi tepi merupakan salah satu proses penting di dalam image processing. Melalui klasifikasi dan penjabaran informasi dari suatu citra. algoritma seperti Sobel, LoG, dan Canny bisa mendeteksi tepi. Permasalahan di dalam proses deteksi tepi adalah menghasilkan informasi tepi yang benar dan mengurangi noise[12]. Maka dari itu diperlukan algoritma yang sistematis, dengan tahapan akuisisi citra, deteksi tepi, penerapan algoritma sobel, penerapan algoritma LoG.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat citra ikan lele yang sudah melalui proses seleksi dari kualitas warna yang mencakup berbagai bentuk dengan latar belakang yang bervariasi. Dataset berasal dari sumber terbuka yang telah dipilih oleh peneliti berupa citra yang bersih dan jelas, memiliki intensitas pencahayaan yang setara dan dinormalisasi ke dalam resolusi yang seragam untuk memastikan hasil evaluasi yang konsisten[13] dan optimal dalam proses analisis.

Merapikan citra juga diperlukan guna menentukan fokus objek atau *Region of Interest* (ROI). ROI ini dipilih dari bagian tengah citra ikan yang mengandung informasi gejala penyakit yang lebih representatif. Citra dikurangi jumlah warnanya dan dilakukan penyatuan kanal intensitas untuk mereduksi *noise*, serta memudahkan proses analisis, khususnya dalam pendeteksian tepi. Penelitian ini menggunakan dua algoritma deteksi tepi yaitu Sobel, *Laplace of Gaussian* (LoG), dan Canny.

2.1. Algoritma Sobel

Algoritma sobel merupakan perkembangan dari algoritma robert, sebagai pendekatan dasar karena kesederhanaannya menggunakan prinsip fungsi laplace dan fungsi gaussian, lebih disarankan untuk citra dengan kontras tinggi[14] dan kecepatan dalam mendeteksi tepi karena menggunakan tahapan penyaringan yang melewati komponen citra dengan nilai intensitas tinggi dan menipiskan komponen citra dengan nilai intensitas rendah, agar garis tepi terlihat lebih tajam dari sekitarnya[15]. Setelah konversi grayscale, algoritma sobel menggunakan dua kernel konvolusi untuk menghitung gradien intensitas citra dalam arah horizontal dan vertikal. Kernel-kernel tersebut adalah G_x untuk arah horizontal dan G_y untuk arah vertikal, yang masing-masing dirancang untuk mendeteksi perubahan intensitas di sepanjang sumbu x dan y. Gradien horizontal (G_x) dan gradien vertikal (G_y) diperoleh dengan mengkonvolusikan kernel ini dengan citra asli[16], dan magnitudo gradien seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (1)$$

2.2. Algoritma LoG

Pada prosesnya mengakuisisi citra awal yang telah dihaluskan dengan filter gaussian, kemudian menerapkan operator laplacian untuk mendeteksi perubahan intensitas, dengan hasil deteksi tepi diperoleh melalui analisis zero-crossing. Operasi konvolusi dengan matriks perkalian LoG membuka peluang baru untuk mengeksplorasi keindahan visual dalam pemrosesan citra[17]. Fungsi operator Laplacian of Gaussian yang diperoleh melalui konvolusi disebut juga filter topi Meksiko (the Mexican Hat Filter)[18]. Penerapan filter gaussian pada citra seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2 bertujuan untuk mereduksi noise dan membantu menghaluskan perbedaan intensitas yang tidak signifikan.

$$G[i, j] = -\frac{1}{2\pi\sigma^2} \times e^{-\frac{(i-u)^2+(j-v)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

dengan:

$e = 2.71$ (konstanta Euler)

σ = simpangan baku

$\pi = 3.14$

Seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3 digunakan untuk mendeteksi area dengan perubahan intensitas yang tajam. Titik-titik yang menunjukkan nol pergeseran pada respon LoG dianggap sebagai tepi, itulah yang disebut dengan *zero-crossing*.

$$LoG(x, y) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left[1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

2.3. Algoritma Canny

Algoritma canny diperkenalkan pada tahun 1986, memiliki reputasi sebagai algoritma terbaik dan efektif untuk melakukan teknik deteksi tepi[19]. Tahapan yang ada pada algoritma ini lebih kompleks, seperti gaussian smoothing untuk mengurangi noise, perhitungan gradien, dan penerapan dua ambang batas (*low* dan *high*) untuk membedakan tepi kuat dan lemah. Proses algoritma Canny diawali dengan penghalusan citra menggunakan filter gaussian yang bertujuan untuk mengurangi noise. Filter gaussian pada algoritma canny adalah filter linier dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi gaussian[20]. Besaran *magnitude* (kekuatan garis tepi) disimbolkan dengan $M[i, j]$ dan *orientation* (arah garis tepi) disimbolkan dengan $O[i, j]$, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 4 dan 5.

$$M = [i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2} \quad (4)$$

$$O[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j]) \quad (5)$$

Non-maximum suppression pada proses algoritma Canny bertujuan untuk menghasilkan garis tepi yang tepat dan pada dasarnya digunakan untuk mencari titik tertinggi pada data besaran tepi yang diperoleh dengan menggunakan informasi arah tepi untuk diketahui titik yang berada pada puncak punggung (*ridge*). Proses akhir algoritma Canny disebut *hysteresis thresholding* yang memiliki tiga aturan, yaitu apabila gradien pada sebuah piksel di atas nilai ambang batas maka piksel tersebut merupakan tepi piksel, apabila gradien pada sebuah piksel di bawah ambang batas maka piksel tersebut bukan tepi piksel, dan apabila gradien pada sebuah piksel berada di antara nilai ambang batas maka piksel tersebut termasuk tepi piksel dengan catatan piksel harus terhubung dengan tepi piksel secara langsung (*pixel to pixel*).

Visualisasi dilakukan untuk menampilkan hasil setiap tahap pemrosesan citra. Citra asli, ROI, citra grayscale, serta hasil deteksi tepi Sobel, LoG, dan Canny divisualisasikan menggunakan pustaka Matplotlib. Visualisasi ini membantu dalam memahami bagaimana setiap tahap pemrosesan citra bekerja dan hasil yang dihasilkan.

Evaluasi kualitas citra sangatlah penting untuk melihat keefektifan algoritma Sobel, LoG, dan Canny dalam menyoroti pola gejala penyakit yang muncul pada ikan, seperti bercak putih dan sisik yang mengelupas.

Terdapat dua metode evaluasi kualitas citra yaitu metode subjektif dan metode objektif. Metode subjektif melibatkan penilaian manusia tanpa membandingkan dengan citra referensi, sedangkan metode objektif melibatkan perbandingan numerik antara citra referensi dan citra terdistorsi[21]. Evaluasi objektif citra dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *Mean Squared Error* (MSE), *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), dan *Structural Similarity Index Matric* (SSIM).

Nilai MSE digunakan untuk melihat perbedaan dari citra awal dengan citra hasil deteksi tepi antara kondisi ikan sehat dan yang terkena penyakit Cotton Wool Disease (CWD). Pada penelitian ini algoritma yang menunjukkan nilai MSE terbesar dipilih sebagai indikasi bahwa algoritma tersebut dapat menunjukkan tepi dalam mengenali objek pada citra dengan baik. MSE ditunjukkan pada persamaan 6.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - k(i, j)]^2 \quad (6)$$

PSNR didefinisikan sebagai rasio antara kemungkinan daya maksimum sinyal terhadap kemungkinan daya minimum sinyal dari noise. Citra hasil analisis MSE akan dievaluasi untuk mengindikasikan noise yang berpengaruh. PSNR akan mengevaluasi kualitas citra dengan mempertimbangkan berbagai skala dari citra tersebut, sehingga memungkinkan penilaian kualitas visual yang lebih kuat dan mendalam, terutama ketika jarak pandang atau perubahan resolusi menjadi faktor yang memengaruhi. Pada penelitian ini algoritma yang menunjukkan nilai PSNR terkecil dipilih sebagai indikasi bahwa algoritma tersebut dapat mengenali hasil rekonstruksi objek pada citra. Jika nilai PSNR meningkat, maka nilai SSIM juga meningkat, sedangkan nilai MSE menurun. Perhitungan PSNR ditunjukkan pada persamaan 7.

$$\begin{aligned} PSNR &= 10 \log_{10} + \left(\frac{MAX_1^2}{MSE} \right) \\ &= 20 \log_{10} + \left(\frac{MAX_1}{\sqrt{MSE}} \right) \\ &= 20 \log_{10}(MAX_1) - 10 \log_{10}(MSE) \end{aligned} \quad (7)$$

Kesamaan struktural diukur menggunakan indeks SSIM. Jika sebuah citra dianggap memiliki kualitas sempurna, maka kualitas sinyal citra lain dilakukan perbandingan, lalu indeks kesamaan ditentukan. Kesamaan antara dua citra diukur menggunakan SSIM dengan menggunakan matriks referensi penuh, artinya setiap piksel pada citra keluaran dibandingkan dengan setiap piksel pada citra masukan. Jika menggunakan matriks tanpa referensi atau referensi parsial, maka nilai indeks SSIM tidak dapat dihitung. Metode PSNR dan MSE tidak selalu konsisten dengan persepsi visual manusia. Nilai PSNR dan MSE dapat ditingkatkan dengan menggunakan indeks SSIM. Perubahan yang dirasakan pada informasi struktural akibat degradasi citra dapat ditentukan melalui model persepsi SSIM. Ketika piksel berdekatan secara spasial, terdapat ketergantungan yang kuat antar piksel, yang memberi informasi tentang struktur objek. Perhitungan nilai indeks SSIM untuk suatu jendela antara citra x dan y berukuran $N \times N$ dapat dilakukan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 8.

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (8)$$

dengan:

μ_x, μ_y = rata-rata intensitas citra x dan y

σ_x^2, σ_y^2 = varian dari citra x dan y

σ_{xy} = kovariansi dari citra x dan y

Variabel C_1 dan C_2 untuk menstabilkan penyebut yang lemah sesuai persamaan 8.

$$\begin{aligned} C_1 &= (k_1L)^2 \\ C_2 &= (k_2L)^2 \end{aligned} \quad (9)$$

dengan L adalah jangkauan dinamis dengan nilai default $k_1 = 0.01$ dan $k_2 = 0.03$

3. Hasil dan Pembahasan

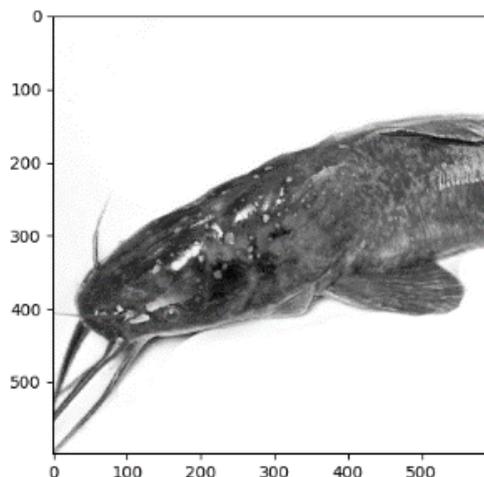
Bagian Dalam penelitian ini, algoritma deteksi tepi Sobel, LoG, dan Canny berhasil digunakan untuk menganalisis gejala penyakit pada ikan air tawar, terutama penyakit *Cotton Wool Disease* (CWD). Beberapa proses dilakukan untuk memproses citra ikan dari dataset, termasuk konversi citra ke grayscale, penerapan algoritma Sobel, LoG, dan Canny untuk deteksi tepi, dan visualisasi.

Pada langkah pertama, citra asli dari *dataset* diambil untuk dianalisis. Pada citra asli dapat dipahami karakteristik dasar seperti bentuk, warna, tekstur, dan pola yang berhubungan dengan kesehatan ikan dengan melihat citra asli. Latar belakang pada citra dihapus untuk membuat proses deteksi tepi lebih terfokus pada objek. Citra pada Gambar 2 dipilih karena memiliki posisi yang signifikan.



Gambar 2. Citra Asli Ikan Sakit

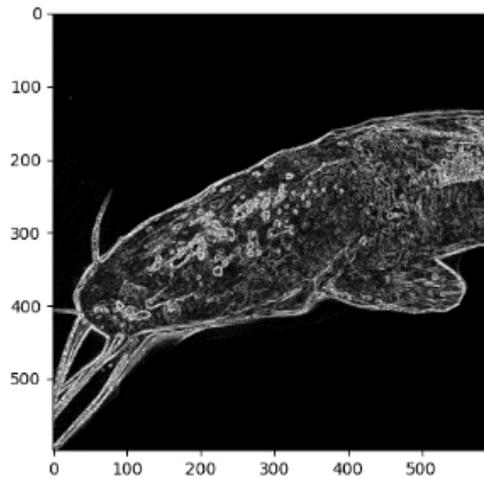
Mengubah citra menjadi grayscale seperti pada Gambar 3, berarti menghilangkan informasi warna menjadi skala abu-abu yang mencerminkan variasi intensitas cahaya di setiap titik pada citra. Ini adalah langkah penting dalam banyak algoritma pengolahan citra karena banyak algoritma deteksi tepi bekerja lebih baik pada citra grayscale.



Gambar 3. Citra Grayscale Ikan Sakit

Satu citra akan diterapkan pada dua algoritma untuk melihat perbedaan kinerja algoritma Sobel, LoG, dan Canny. Pada proses algoritma sobel, citra yang diinputkan akan dikonversi ke citra grayscale, untuk mencari garis tepi dengan efisiensi komputasi yang baik, meskipun kadang kurang sensitif terhadap tepi halus atau area dengan noise tinggi. Pada algoritma LoG pendeteksi tepi lebih sensitif.

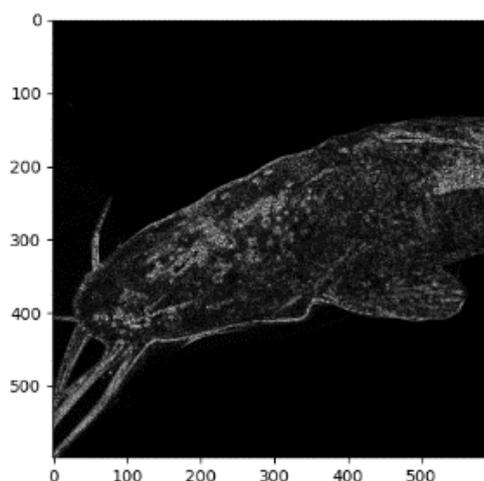
Algoritma deteksi tepi sobel digunakan pada citra grayscale. Sobel adalah operator berbasis gradien yang dapat mendeteksi perubahan intensitas cahaya dalam dua arah. Sumbu-x dan sumbu-y diwakili sebagai sumbu horisontal dan vertikal. Hasilnya adalah citra yang menampilkan tepi objek di dalamnya dalam hal ini, tepi ikan yang diolah. Sobel lebih baik mendeteksi tepi halus seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Citra Sobel Ikan Sakit

Citra hasil deteksi tepi sobel menunjukkan sisik dan struktur tubuh ikan dan tepi ikan. Sobel membuat peta tepi yang halus dan menunjukkan perubahan halus pada tepi objek dengan menghitung perbedaan intensitas antara piksel yang berdekatan. Struktur halus dari urat-sisik dan struktur tubuh ikan yang sebelumnya tidak terlihat pada citra asli atau grayscale.

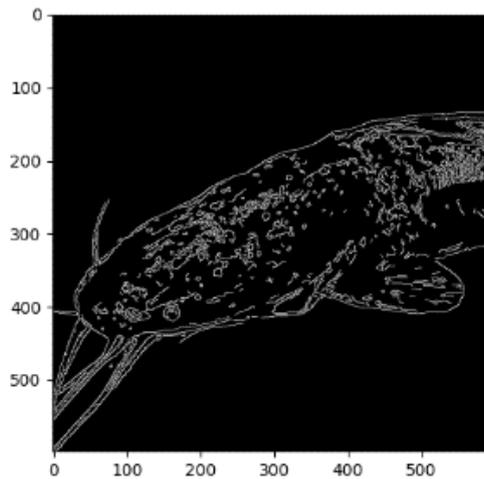
Algoritma LoG lebih canggih daripada sobel dan dapat mendeteksi tepi yang signifikan dengan lebih presisi dan tajam dengan menggunakan dua ambang batas, yaitu ambang batas rendah dan tinggi. Algoritma ini akan membuat tepi citra yang penting lebih jelas dan tajam seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra LoG Ikan Sakit

Algoritma canny melakukan proses analisa yang mendetail ditunjukkan dengan proses mendeteksi tepi yang signifikan dengan lebih presisi dan tajam menggunakan dua ambang batas, yaitu ambang batas rendah

dan tinggi. Algoritma ini akan membuat tepi citra yang penting lebih jelas dan tajam seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Citra Canny Ikan Sakit

Bahasa Python digunakan untuk menghitung kualitas citra berdasarkan perbandingan antara citra referensi dan citra hasil pemrosesan, menggunakan beberapa metrik evaluasi. Pustaka yang diperlukan adalah cv2 (OpenCV) untuk pemrosesan citra, numpy untuk operasi numerik, sewar dan skimage.metrics untuk menghitung metrik evaluasi citra.

Sebelum melakukan kalkulasi, citra referensi dibaca menggunakan cv2.imread() dari direktori yang ditentukan. Perhitungan awal ialah membandingkan citra yang sama, yang dapat digunakan untuk menguji fungsi-fungsi metrik dan untuk memperoleh nilai awal yang akan dijadikan acuan dalam penilaian SSIM.

Setelah itu, nilai MSE dihitung menggunakan fungsi metrics.mean_squared_error, yang mengukur seberapa besar perbedaan rata-rata kuadrat antara piksel citra referensi dan citra hasil. Selanjutnya, nilai PSNR, yang menunjukkan kualitas visual relatif citra terhadap gangguan, dihitung dengan metrics.peak_signal_noise_ratio. Terakhir, SSIM antara dua citra, yaitu citra awal dan citra yang dibandingkan, menggunakan pustaka skimage.metrics.

Fungsi structural_similarity di-impor dari pustaka scikit-image, untuk menghitung nilai SSIM, yaitu sebuah metrik evaluasi kualitas citra yang menilai seberapa mirip dua citra secara struktural, luminansi, dan kontras sesuai dengan persepsi visual manusia dibandingkan MSE atau PSNR. Nilai SSIM berada pada rentang 0 sampai 1, dimana nilai 1 menunjukkan dua citra identik secara struktural.

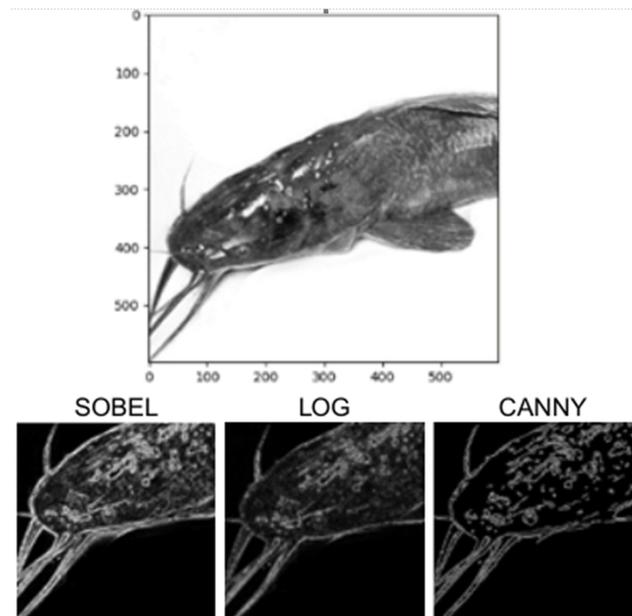
Tabel 1 merupakan hasil citra dari Sobel, LoG, dan Canny yang masing-masing dibandingkan dengan citra grayscale awal dan dihitung menggunakan MSE, PSNR, dan SSIM. Untuk algoritma sobel citra awal harus dipecah ke dua bagian yaitu deteksi tepi sobel X lalu deteksi tepi sobel Y dan digabung kembali menjadi sobelCombined. Keseluruhan algoritma menggunakan nilai *threshold* sebesar 100 dan 200. Nilai *threshold* dapat mempengaruhi tepi dan dapat membantu untuk mengurangi *noise*.

Tabel 1. Perbandingan Algoritma Sobel, LoG, dan Canny

Objek Citra	MSE	PSNR	SSIM
Grayscale	0.0	∞	1.0
Sobel	18890.50	5.36	0.564
LoG	19353.066	5.26	0.563
Canny	19938.85	5.13	0.550

Pada penelitian ini, algoritma Sobel, LoG, dan Canny telah digunakan untuk mendeteksi penyakit pada ikan air tawar. Dari hasil yang diperoleh, algoritma sobel mampu mendeteksi perubahan intensitas yang

signifikan, terutama pada struktur tubuh ikan yang lebih jelas. Namun algoritma sobel memiliki kelemahan dalam menangani *noise* dan kurang sensitif terhadap detail halus. Algoritma LoG menunjukkan performa yang lebih unggul dalam mendeteksi tepi halus sehingga mampu mengatasi *noise* pada citra dan memberikan hasil deteksi tepi yang lebih jelas dan tajam. Algoritma Canny menunjukkan kemampuan proses deteksi tepi yang lebih kompleks. Hal ini sangat berguna dalam mengidentifikasi gejala penyakit yang lebih sulit dideteksi dengan algoritma sobel dan LoG, seperti bercak atau lapisan putih tipis pada ikan yang terinfeksi penyakit *Cotton Wool Disease* (CWD). Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma sobel lebih cepat dan efisien dalam mendeteksi tepi kasar, algoritma LoG unggul dalam mendeteksi tepi halus, sementara algoritma canny unggul dalam ketajaman dan kemampuan menangani noise.



Gambar 7. Perbandingan Visual Hasil Algoritma

Seperti yang terlihat pada Gambar 7, hasil citra dari ketiga algoritma yang sudah diperbesar bisa terlihat algoritma Sobel tidak melakukan banyak perubahan yang signifikan dari citra awal, berbeda dengan algoritma LoG yang mempertegas tepi objek, dan algoritma Canny yang lebih melakukan deteksi tepi secara detail.

4. Simpulan

Berisi Berdasarkan hasil penelitian ini, algoritma Sobel, LoG, dan Canny terbukti efektif dalam mendeteksi penyakit pada ikan air tawar dengan tingkat akurasi yang baik. Algoritma Sobel, yang cepat dan sederhana, lebih cocok digunakan untuk mendeteksi tepi kasar pada struktur tubuh ikan yang terlihat jelas, sementara algoritma LoG lebih efektif dalam mendeteksi tepi halus dan kompleks serta memiliki kemampuan mengurangi noise pada citra.

Dalam pengujian menggunakan parameter MSE, PSNR, dan SSIM, pada skenario pertama yang menggunakan algoritma Sobel, diperoleh nilai MSE sebesar 18890.50, PSNR sebesar 5.36, dan SSIM sebesar 0.564. Skenario kedua dengan algoritma LoG, diperoleh nilai MSE sebesar 19353.066, PSNR sebesar 5.26, dan SSIM sebesar 0.563. Skenario ketiga dengan algoritma Canny, diperoleh nilai MSE sebesar 19938.85, PSNR sebesar 5.13, dan SSIM sebesar 0.550. Dalam konteks penelitian ini, kepekaan dan keakuratan dalam mendeteksi distorsi dapat dilihat dari besarnya nilai MSE dan kecilnya nilai PSNR. Dari ketiga algoritma, pada penelitian ini algoritma Canny merupakan algoritma yang lebih unggul dari algoritma Sobel dan algoritma LoG. Proses terendah dan tidak akurat pada penelitian ini ditunjukkan oleh algoritma Sobel, dengan nilai SSIM terendah yang lebih mendekati angka 1.

Sebagai pengembangan lanjutan, sistem deteksi penyakit pada ikan air tawar menggunakan algoritma Sobel, LoG, dan Canny ini direkomendasikan untuk diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Melalui integrasi ini, sistem dapat dipasang pada perangkat kamera yang terhubung langsung dengan kolam ikan untuk melakukan pemantauan visual secara real-time. Selain itu, sistem ini juga dapat ditingkatkan de-

ngan penambahan algoritma *Machine Learning* (ML) untuk klasifikasi otomatis jenis penyakit berdasarkan fitur tepi yang diekstraksi. Dengan pelatihan model pada dataset yang memadai, sistem dapat memberikan diagnosis cepat dan akurat tanpa intervensi manusia, serta mengirimkan notifikasi langsung ke perangkat pengguna apabila ditemukan indikasi penyakit. Penerapan ini akan sangat bermanfaat dalam meningkatkan efisiensi budidaya ikan, menekan angka kematian ikan, dan mengurangi kerugian ekonomi akibat keterlambatan penanganan penyakit.

Pustaka

- [1] G. F. Laxmi, P. Eosina, and F. Fatimah, “Analisis perbandingan metode prewitt dan canny untuk identifikasi ikan air tawar,” 2017.
- [2] S. Bahri, M. F. Adiwisastro, R. A. Anggraini, and H. Sutisna. (2024) Optimalisasi algoritma deep learning menggunakan deteksi tepi pada identifikasi varietas ikan nila. [Online]. Available: <http://sisinbe.kkp.go.id/web/varietas/12?jenis=4>
- [3] I. O. of Epizootics. Aquatic Animal Health Standards Commission, *Epizootic ulcerative syndrome Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 6th Edition*, 2009.
- [4] A. Nurdin *et al.*, “hal 257-267 ade nurdin hen,” 2012.
- [5] S. K. Manna, A. K. Bera, and R. Baitha. (2023) Fish diseases and their management in inland open waters. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/366531442>
- [6] M. Rajuddin, S. M. Ulfa, I. Y. Harahap, S. L. Moulana, and M. Ula, “Sistem deteksi penyakit pada daun mangga menggunakan metode deteksi tepi sobel dan canny,” 2016.
- [7] F. Dwi, B. S. Putra, R. Umar, and D. Sunardi. (2020) Visualisasi museum muhammadiyah menggunakan teknologi augmented reality. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it>
- [8] F. D. B. S. Putra and R. Umar, “Visualisasi museum muhammadiyah menggunakan teknologi virtual reality,” *Jurnal Informatika dan Komputer) Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [9] F. D. B. S. Putra, R. Umar, and S. Sunardi, “The visualisation of muhammadiyah museum using augmented and virtual reality technology,” *SINERGI*, vol. 25, no. 2, p. 119, Feb 2021.
- [10] S. Muhammad and N. Indriani, “Klasifikasi penyakit ikan di karantina kelautan dan perikanan ...” *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, pp. 45–53, 2016.
- [11] I. W. R. Pinastawa, M. G. Pradana, and K. Khoironi, “Edge detection model performance using canny, prewitt and sobel in face detection,” *Sinkron*, vol. 8, no. 2, pp. 623–631, Mar 2024.
- [12] H. I., “Perbandingan metode deteksi tepi menggunakan metode canny, prewitt dan sobel pada image ikan,” in *Prosiding SNRT (Seminar Nasional Riset Terapan)*, 2016.
- [13] M. A. Nafis, M. Nazri, and R. Assolihin, “Analisis dan penerapan teknik segmentasi citra untuk deteksi tepi pada objek berwarna,” *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, vol. PAMI-8, no. 6, pp. 679–698, 2025.
- [14] M. R. Qisthiano and A. O. Pratiwi, “Deteksi tepi pada citra objek benda menggunakan algoritma sobel dan prewitt dengan python,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr 2025.
- [15] I. K. Seneng, I. M. B. Adnyana, I. M. A. W. Putra, and N. L. G. P. Suwirmayanti, “Studi pembandingan edge detection metode sobel dan prewitt pada citra rontgen menggunakan software matlab,” *Jurnal Eksplorasi Informatika*, vol. 13, no. 2, pp. 175–187, Mar 2024.
- [16] S. Supiyandi, T. Panggabean, N. Ramadhan, S. R. Dewi, and S. Yusra, “Deteksi tepi sederhana pada citra menggunakan operator sobel,” *Repeater: Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 2, no. 3, pp. 43–56, Jun 2024.
- [17] B. Muhammad, T. Darmanto, and R. G. H. Putra, “Implementasi filter sketsa citra digital melalui operasi konvolusi dengan matrik kernel laplace of gauss,” *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 11, no. 1, pp. 316–326, Aug 2023.
- [18] R. Fadhlurrahman *et al.*, “Perbandingan edge detection metode laplacian of gaussian dan canny pada citra ct scan menggunakan software matlab,” 2025.

- [19] I. Zufria, H. Santoso, and M. A. Prabowo. (2024) Image processing application for detecting computer answer sheets using the canny method. [Online]. Available: <https://journalinstal.cattleyadf.org/index.php/Instal/index>
- [20] P. Novantara and J. Mutiara. (2021) Perbandingan metode gaussian filter dengan median filter dalam mereduksi noise pada citra digital. [Online]. Available: <https://journal.uniku.ac.id/index.php/jejaring>
- [21] R. Mehra, “Estimation of the image quality under different distortions,” *International Journal Of Engineering And Computer Science*, Jul 2016.